

PENGOLAHAN ISYARAT *LOAD CELL* SEN128A3B MENGGUNAKAN METODE *MOVING AVERAGE*

Prayadi Sulistyanto¹⁾, Oyas Wahyunggoro²⁾, Adha Imam Cahyadi³⁾

^{1), 2), 3)} *Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada Yogyakarta*
Jl Grafika No.2 Kampus UGM, Yogyakarta 55281
 Email : Prayadi.Sulistyanto@gmail.com¹⁾, oyas@ugm.ac.id²⁾, adha.imam@amikom.ac.id³⁾

Abstrak

Penggunaan sensor load cell sudah banyak dijumpai dikehidupan sehari-hari mulai dari yang berskala kecil seperti timbangan emas dan yang berskala besar seperti jembatan timbang. Sensor load cell juga digunakan dalam dunia kesehatan, sebagai contohnya adalah penggunaan load cell untuk mengukur gaya yang dihasilkan oleh sel biologis .

Makalah ini akan membahas mengenai pengolahan sinyal yang dihasilkan oleh sensor berat (load cell) menggunakan metode moving average. Pada makalah ini, akan dilakukan tiga sub-metode moving average yaitu simple moving average, weighted moving average dan exponential moving average.

Dari data percobaan, data analog output sensor Load cell memiliki nilai osilasi yang sangat tinggi. Untuk meminimalisir nilai osilasi dilakukan dengan metode Moving average sub-metode isyarat sensor Load cell cukup baik karena dapat merespon dengan cepat perubahan data analog dan memiliki standard deviasi yang sangat kecil.

Kata kunci: *pengolahan isyarat, load cell, moving average, standard deviasi*

1. Pendahuluan

Penggunaan sensor berat (*load cell*) sudah banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari mulai dari yang berskala kecil seperti timbangan emas dan yang berskala besar seperti jembatan timbang.

Sensor berat (*load cell*) juga digunakan dalam dunia Kesehatan yaitu untuk mengukur gaya yang dihasilkan oleh sel biologis untuk mendapatkan tanggapan atau respon sensor terhadap setup mikromanipulasi sel [1].

SEN128A3B merupakan sensor berat yang memiliki range 0-500gram dan sangat sensitif dengan perubahan posisi dan kemiringan dari penempatan sensor tersebut [2].

Makalah ini akan membahas mengenai pengolahan isyarat yang dihasilkan oleh sensor berat (*load cell*) yang memiliki sensitifitas yang tinggi menggunakan metode *moving average*. Pada makalah ini, akan dilakukan tiga sub-metode *moving average* yaitu *simple moving average*, *weighted moving average* dan *exponential moving average* [3].

Perhitungan nilai *Simple Moving Average* (SMA) dapat dicari dengan rumus [3] :

$$SMA = \frac{data1+data2+...+datan}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Perhitungan nilai *Exponential Moving Average* (XMA) dapat dicari dengan rumus [3]:

$$XMA = \left(\frac{2}{periode+1} \times (data - Pre.XMA) \right) \times Pre.XMA \dots\dots(2)$$

Keterangan :

Periode = jumlah data yang akan dilakukan XMA

Pre.XMA = nilai XMA sebelumnya

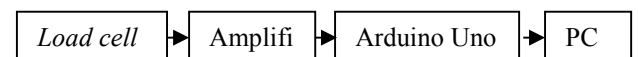
Perhitungan nilai *Weighted Moving Average* (WMA) dapat dicari dengan rumus [3] :

$$WMA = \frac{\sum (data \times bobot)}{\sum bobot} \dots\dots\dots(3)$$

Peneliti akan mencoba membandingkan ketiga sub-metode *Moving Average* untuk mendapatkan hasil yang baik dan mempunyai tanggapan yang cepat terhadap perubahan isyarat yang dihasilkan sensor *load cell*.

2. Perancangan dan Hasil Pengujian

Pada Penelitian ini, peneliti menggunakan rangkaian sesuai dengan diagram blog dibawah ini:



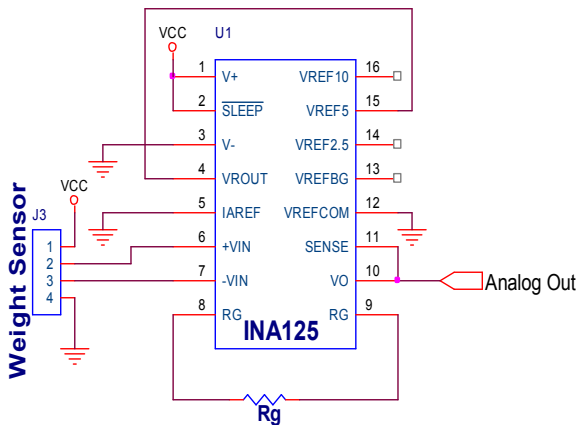
Gambar 1. *Diagram Blog Rangkaian*

2.1 Amplifier

Pada penelitian ini, amplifier menggunakan IC INA125 dengan penetapan penguatan sebesar 10004 dengan nilai R_G sebesar 6 ohm.

Rumus Perhitungan Gain [4]:

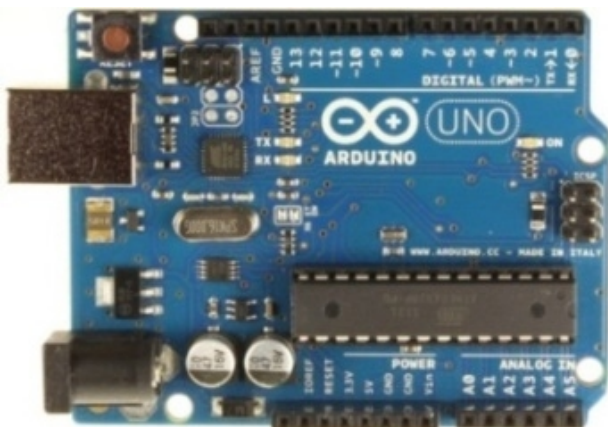
$$G = 4 + \frac{60K\ ohm}{Rg} \dots\dots\dots(4)$$



Gambar 2. Rangkaian Amplifier [4]

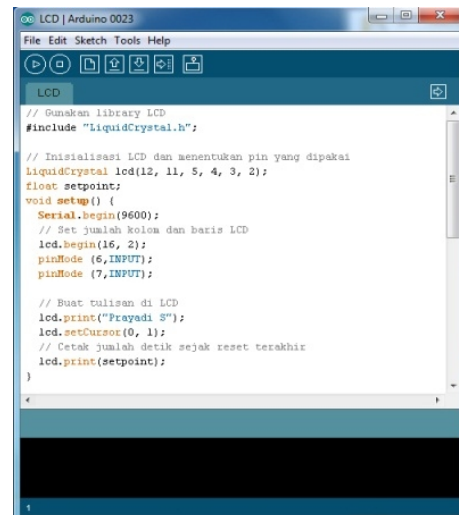
2.2. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah perangkat keras dari Arduino berupa sistem minimum dengan mikrokontroler Atmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM) dan memiliki 6 pin input analog, osilator 16MHz koneksi USB [5]. Analog input Arduino Uno memiliki kemampuan data 10 bit yaitu 0-1023. Hardware Arduino Uno dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hardware Arduino Uno [5]

Pemrograman Hardware Arduino Uno menggunakan perangkat lunak arduino seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



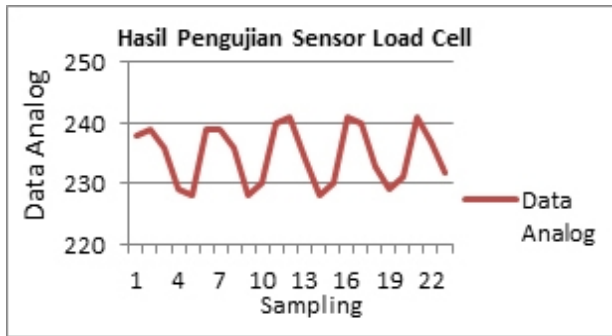
Gambar 4. Perangkat Lunak Arduino

2.3. Hasil Pengujian Rangkaian Load cell

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan pencuplikan setiap 200ms. Tabel 1 menunjukkan data dari hasil pembacaan sensor Load cell dan grafik dari data tersebut ditunjukkan pada gambar 5.

Tabel 1. Tabel Data Hasil Pengujian Sensor Load cell

Sampling ke:	Data Analog(D.A)
1	238
2	239
3	236
4	229
5	228
6	239
7	239
8	236
9	228
10	230
11	240
12	241
13	234
14	228
15	230
16	241
17	240
18	233
19	229
20	231
21	241
22	237
23	232
24	227
25	232



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Sensor Load cell

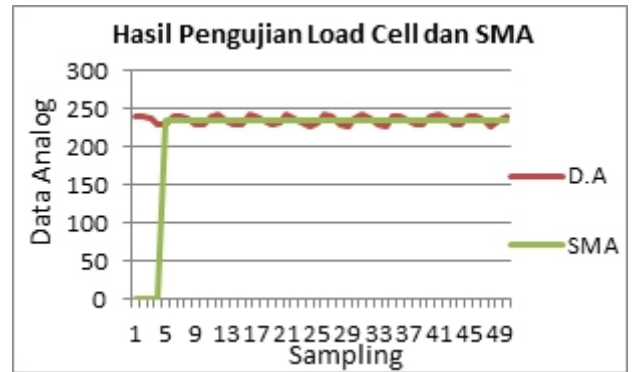
Hasil pengujian sensor *load cell* menunjukkan bahwa Data Analog pembacaan sensor *load cell* mengalami osilasi yang cukup besar seperti yang ditunjukkan pada gambar 5. Pendekatan sistem perlu dilakukan untuk pengolahan sinyal ini menjadi sinyal yang linear, dan peneliti menggunakan metode *Moving Average*.

2.4 Simple Moving Average (SMA)

Mengacu pada persamaan (1), pendekatan dengan metode SMA dilakukan dengan mencari rata-rata dari 5 data analog sensor *load cell*. Tabel 2 menunjukkan nilai SMA setiap 5 data analog dan grafik dari hasil pengujian pada tabel 2 dapat dilihat pada gambar 6.

Tabel 2. Tabel Data Hasil Pengujian Load cell dan SMA

Sampling	D.A	SMA	Sampling	D.A	SMA
1	238	0	26	242	234
2	239	0	27	238	234,2
3	236	0	28	230	233,8
4	229	0	29	226	233,6
5	228	234	30	236	234,4
6	239	234,2	31	243	234,6
7	239	234,2	32	236	234,2
8	236	234,2	33	228	233,8
9	228	234	34	225	233,6
10	230	234,4	35	239	234,2
11	240	234,6	36	240	233,6
12	241	235	37	234	233,2
13	234	234,6	38	228	233,2
14	228	234,6	39	228	233,8
15	230	234,6	40	239	233,8
16	241	234,8	41	241	234
17	240	234,6	42	237	234,6
18	233	234,4	43	228	234,6
19	229	234,6	44	230	235
20	231	234,8	45	240	235,2
21	241	234,8	46	238	234,6
22	237	234,2	47	234	234
23	232	234	48	227	233,8
24	227	233,6	49	233	234,4
25	232	233,8	50	240	234,4



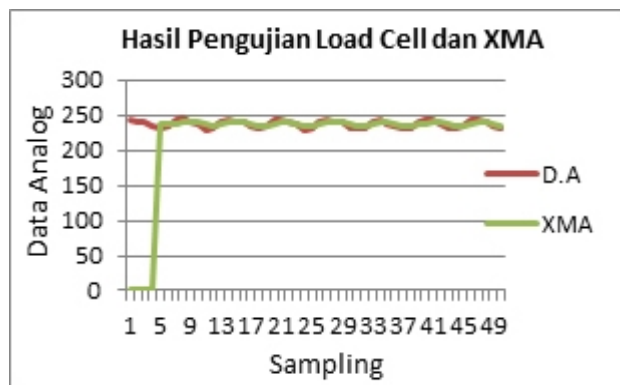
Gambar 6. Grafik Pengujian Load cell dan SMA

2.4 Exponential Moving Average (XMA)

Mengacu pada persamaan (2), pendekatan dengan XMA dilakukan dengan mencari rata-rata dari 5 data analog sensor *load cell*. Lima data pertama menggunakan metode SMA. Hal ini dilakukan karena pre.XMA (nilai XMA sebelumnya) belum ada. Perhitungan data selanjutnya menggunakan metode XMA sesuai dengan persamaan (2). Tabel 3 menunjukkan nilai XMA setiap 5 data analog dan grafik dari hasil pengujian pada tabel 3 dapat dilihat pada gambar 6.

Tabel 3. Tabel Hasil Pengujian Load cell dan XMA

Sampling	D.A	XMA	Sampling	D.A	XMA
1	244	0	26	240	235,6
2	240	0	27	244	238,4
3	239	0	28	239	238,6
4	235	0	29	239	238,7
5	230	237,6	30	232	236,5
6	233	236,1	31	230	234,3
7	243	238,4	32	232	233,6
8	245	240,6	33	241	236
9	241	240,7	34	244	238,7
10	237	239,5	35	238	238,5
11	229	236	36	235	237,3
12	231	234,3	37	230	234,9
13	239	235,9	38	230	233,2
14	244	238,6	39	240	235,5
15	241	239,4	40	244	238,3
16	239	239,3	41	242	239,6
17	233	237,2	42	238	239
18	231	235,1	43	232	236,7
19	234	234,7	44	231	234,8
20	242	237,2	45	234	234,5
21	244	239,4	46	243	237,4
22	239	239,3	47	243	239,2
23	236	238,2	48	240	239,5
24	229	235,1	49	234	237,7
25	230	233,4	50	230	235,1



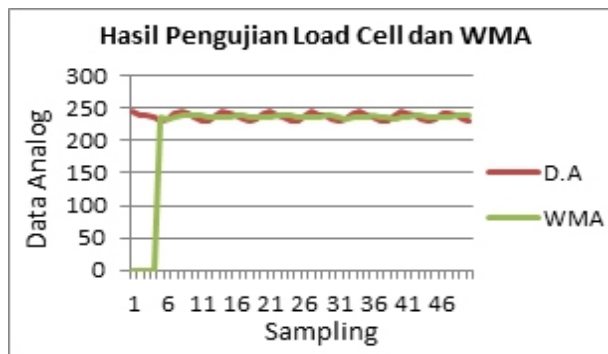
Gambar 7. Grafik Pengujian Load cell dan XMA

2.5 Weighted Moving Average (WMA)

Mengacu pada persamaan (3), pendekatan dengan WMA dilakukan dengan memberi bobot setiap data analog sensor load cell. Data pertama diberi bobot 1, data kedua diberi bobot 2, dan seterusnya. Tabel 4 menunjukkan nilai WMA tiap 5 data analog dan grafik dari hasil pengujian pada tabel 4 dapat dilihat pada gambar 8.

Tabel 4. Tabel Hasil Pengujian Load cell dan WMA

Sampling	D.A	WMA
1	244	0
2	240	0
3	239	0
4	235	0,0
5	230	235,4
6	233	234,3
7	243	236,2
8	245	238,3
9	241	239,4
10	237	240,0
11	229	238,2
12	231	235,8
13	239	235,2
14	244	236,4
15	241	237,4
16	239	239,1
17	233	239,0
18	231	237,2
19	234	235,3
20	242	235,9
21	244	237,1
22	239	238,3
23	236	239,0
24	229	237,7
25	230	235,3
26	240	234,8
27	244	236,0
28	239	236,7
29	239	238,5
30	232	238,7
31	230	236,6
32	232	234,2
33	241	234,8
34	244	236,0
35	238	237,2
36	235	238,0
37	230	237,4
38	230	235,2
39	240	234,6
40	244	235,9
41	242	237,4
42	238	238,9
43	232	239,1
44	231	237,2
45	234	235,3
46	243	235,7
47	243	236,8
48	240	238,3
49	234	238,8
50	230	237,9



Gambar 8. Grafik Pengujian Load cell dan WMA

2.6 Perbandingan SMA, XMA dan WMA

Tabel 5 menunjukkan nilai data analog load cell, SMA, WMA, dan XMA saat tidak ada beban, diberi beban 5 gram dan grafik dari hasil pengujian pada tabel 5 dapat dilihat pada gambar 9.

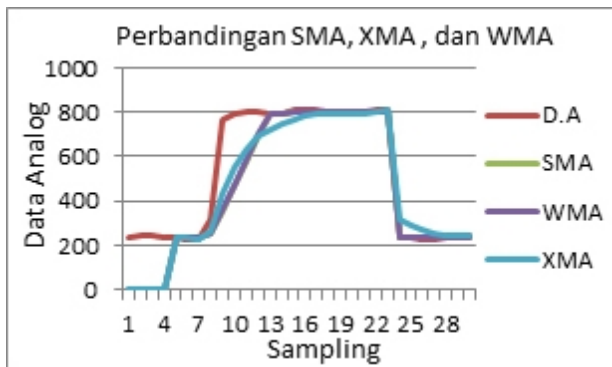
Tabel 5. Tabel Perbandingan SMA, XMA dan WMA

Sampling	D.A	SMA	WMA	XMA
1	233	0	0	0
2	243	0	0	0
3	243	0	0	0
4	239	0	0	0

Tabel 5. (lanjutan) Tabel Perbandingan SMA, XMA dan WMA

Sampling	D.A	SMA	WMA	XMA
5	239	238,2	238,3	239,4
6	230	238,8	238,8	236,3
7	224	236,0	235,9	232,2
8	319	251,0	251,3	261,1
9	768	356,0	358,4	430,1
10	790	466,2	469,6	550,1
11	804	581,0	584,3	634,7
12	802	696,6	698,6	690,5
13	793	791,4	791,5	724,6
14	792	796,2	796,2	747,1
15	806	799,4	799,4	766,7
16	814	801,4	801,5	782,5
17	808	802,6	802,7	791,0
18	804	804,8	804,9	795,3
19	796	805,6	805,5	795,6
20	792	802,8	802,7	794,4
21	798	799,6	799,5	795,6
22	810	800,0	800,0	800,4
23	807	805,6	805,6	806,4
24	241	236,8	236,9	313,9
25	237	239,2	239,2	288,3
26	231	239,2	239,2	269,2
27	230	236,8	236,7	256,1

28	235	234,8	234,8	249,1
29	243	235,2	235,2	247,1
30	244	236,6	236,7	246,0



Gambar 9. Grafik Perbandingan SMA, XMA dan WMA

Dari grafik dapat dilihat bahwa pendekatan menggunakan XMA memiliki respon yang lambat dibandingkan dengan SMA dan WMA. SMA dan WMA pada gambar 9 saling berimpit sehingga diperlukan pendekatan lain untuk mencari yang lebih baik diantara ke-dua pendekatan tersebut. Pendekatan yang dilakukan yaitu dengan menggunakan mencari simpangan baku atau standard deviasi.

2.7 Standard deviasi (S)

Perhitungan Standard Deviasi (S) adalah sebagai berikut :

$$\text{Standard Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum (x-\bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :
 x = nilai data
 \bar{x} = nilai rata-rata data
 n = banyak data

Pendekatan dengan standard deviasi dilakukan dengan mencari nilai standard deviasi tiap 10 data. Pengujian dilakukan pada 100 data analog *load cell*. Tabel 6 menunjukkan nilai standard deviasi dari 100 data analog *load cell*.

Tabel 6. Pengujian Standard Deviasi SMA dan WMA

Sampling	S. SMA	S.WMA
1 - 10	1,716974	1,014644
11 - 20	0,737564	0,831406
21 - 30	0,722957	0,77514
31 - 40	0,454117	0,483491
41 - 50	0,67363	0,691453
51 - 60	0,377712	0,397711
61 - 70	0,590292	0,582431
71 - 80	0,367575	0,358853
81 - 90	0,350238	0,36762
91 - 100	0,454117	0,445356
Rata-rata	0,644518	0,594811

Dari tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata standard deviasi SMA dan WMA dan nilai rata-rata standard deviasi WMA lebih kecil dibandingkan dengan nilai rata-rata standard deviasi SMA.

3. Kesimpulan

Data analog output sensor *Load cell* memiliki nilai osilasi yang sangat tinggi. Untuk meminimalisir nilai osilasi dilakukan dengan metode *Moving average* sub-metode *Weighted Moving Average* (WMA) dan hasil pengolahan isyarat sensor *Load cell* cukup baik karena dapat merespon dengan cepat perubahan data analog dan memiliki standard deviasi yang sangat kecil.

Daftar Pustaka

- [1] F. Karimirad, B. Shirinzadeh, J. Smith, and M. R. Mozafari, "Modelling a precision loadcell using neural networks for vision-based force measurement in cell micromanipulation," 2013 IEEE/ASME Int. Conf. Adv. Intell. Mechatronics, pp. 106-110, Jul. 2013.
- [2] -----, SEN128A3B, SeedStudio
- [3] Secundo Lee, Deny Rahardjo, "Analisis Teknikal", The "Lazy" Way of Forex Trading, 1st ed. Yogyakarta : Ponon Cahaya, 2011, Bab 4, Sub.Bab 5, pp. 65-69
- [4] Burr-Brown, 1998, INA125, Texas Instruments
- [5] -----, Arduino Uno, <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>, diakses 26 november 20114.

Biodata Penulis

Prayadi Sulistyanto, memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md), Jurusan Mekatronika Universitas Sanata Dharma, lulus tahun 2007. Memperoleh gelar Sarjana Teknik(S.T), Jurusan Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, lulus tahun 2013. Saat ini sedang studi lanjut Strata II di Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dan Menjadi Dosen di Politeknik Mekatroika Sanata Dharma Yogyakarta.

Oyas Wahyunggoro, memperoleh gelar Sarjana Teknik (Ir), Jurusan Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, lulus tahun 1993. Memperoleh gelar Magister Teknik (M.T) Program Pasca Sarjana Jurusan Ilmu-ilmu Teknik, Prodi Teknik Elektro Universitas Gajah Mada Yogyakarta, lulus tahun 2001. Memperoleh gelar Doktor (Ph.D) di Universitas Teknologi PETRONAS, Malaysia, lulus tahun 2011. Saat ini menjadi Dosen di Jurusan Teknik Elektro Univeritas Gadjah Mada Yogyakarta.

Adha Imam Cahyadi, memperoleh sarjana Teknik di bidang Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada, Master of Engineering (M.Eng) di bidang Control Engineering dari KMITL, Thailand pada tahun 2005 dan Doctor of Engineering (D.Eng) di bidang Robotika dari Tokai University pada tahun 2008. Dr. Cahyadi saat ini adalah dosen dengan pangkat lektor di Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik UGM.

Bidang riset yang digeluti adalah Kendali Nirlinear, Kendali pada sistem robot dan mekanik, Kendali pada sistem yang tertunda dan Navigasi pada pesawat tanpa awak. Dr. Cahyadi mempunyai lebih dari 40 publikasi Internasional dan menjadi reviewer di beberapa jurnal internasional seperti Industrial Robots, Sensor Review, IEEE Transaction on Engineering Education dan Mevjournal dan lain-lain.